

УДК 621.39

ОБОСНОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

к.т.н. С.Н. Звиглянич, А.А. Казаков
(представил д.т.н., проф. А.В. Королёв)

Обоснован подход к разработке имитационной модели оценки качества автоматизированной информационной системы (АИС). Качество функционирования АИС предлагается оценивать временем получения информации исполнительным пунктом управления по произвольно выбранному объекту, хранящемуся в распределенной базе данных. Данный показатель отражает суть функционирования АИС, является критичным и чувствительным к характеристикам аппаратных средств пунктов управления, каналов связи. Предлагается учитывать преднамеренное воздействие на работу АИС путем введения случайной величины с равномерным законом распределения, лежащей в интервале $0 - 1$ и снижающей качество функционирования каналов связи.

Постановка проблемы в общем виде. Принятие решений при управлении сложными системами предопределяет необходимость целенаправленной переработки значительных объемов информации. В этом аспекте системообразующим элементом в современных АСУ являются автоматизированные информационные системы. На АИС возлагаются функции сбора, хранения, поиска и обработки информации. Требования интеграции информации, циркулирующей в АИС, обуславливают необходимость создания баз данных (БД). Иерархическая структура системы управления предусматривает наличие органов управления различных уровней, имеющих строгую функциональную подчиненность. Принятие решения о концентрации и распределения информации по уровням подчиненности становится сложной оптимизационной задачей, т.е. речь идет о создании распределенных БД.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема оценки качества функционирования АИС приобретает все большую актуальность в связи с повышением уровня автоматизации процесса принятия решений. Это связано прежде всего с увеличением объемов обрабатываемой информации и сокращением времени на принятие решения [1, 2]. Задачи анализа и синтеза средств обработки информации, рассмотренные в [3 –

5], в основном освещают проблему эффективного использования каналов связи, применения оптимизационных алгоритмов маршрутизации. В [6] рассматриваются подходы к построению БД, дается общая оценка различных моделей представления данных.

Можно отметить, что на сегодняшний день остается актуальным вопрос проведения количественной оценки качества систем обработки информации как на ранних этапах проектирования, так и при проведении модернизации. При этом необходимо использовать легко вычисляемые, доступные показатели, отражающие цель функционирования данных систем.

Постановка задачи. Для АИС, цель функционирования которой заключается в обеспечении своевременного принятия решения исполнительным органом управления, одним из основных показателей эффективности работы становится время получения требуемой информации. Обозначим данное время как T_n . Поставим цель – определить, как зависит T_n от распределения циркулирующей в АИС информации по уровням иерархии системы управления.

Пусть в АИС циркулирует информация по вполне определенному количеству объектов. Каждый объект описывается вполне конкретным объемом информации. Исполнительный пункт управления может затребовать информацию по любому объекту. Распределенная БД представляется в этом случае совокупностью БД пунктов управления. Отметим, что процесс ведения БД сам по себе является дорогостоящим, поэтому в АИС, как правило, БД пункта управления содержит некоторую часть информации, циркулирующей в системе. Для нашего случая будем считать, что БД пункта управления содержит информацию по некоторой части объектов. Количество информации в БД пункта управления определяется его местом в иерархии системы.

Обобщенное теоретическое решение задачи. В качестве основных факторов, влияющих на рассматриваемый процесс, определим:

- время обработки пунктом управления требования на получение информации по заданному объекту;
- время прохождения информации по каналу связи;
- надежность канала связи.

Надежность канала связи рассматривается в модели в связи с тем, что она оказывает опосредованное влияние на общее время T_n , так как в случае сбоя в канале происходит повторное обращение к пункту управления.

Пусть в рассматриваемой АИС циркулирует информация о некотором количестве объектов. Исполнительный пункт управления может затребовать информацию по любому из объектов. Распределенная БД представляется как совокупность БД пунктов управления системы. В

модели определим общее число объектов, по которым в распределенной БД хранится информация. Зададим для исполнительного пункта управления (нижний уровень иерархии) номера объектов, информация по которым хранится в его БД. Определим число уровней иерархии АИС и аналогично для БД соответствующих уровней поставим в соответствие номера объектов, по которым в них хранится информация.

Формирование требования на получение информации по объекту представим в виде случайного процесса, где номер объекта есть случайная величина, распределенная по равномерному закону. В конкретной реализации имитационной модели для случайного номера объекта осуществляется поиск в распределенной БД, начиная с нижнего уровня.

Пункт АИС в самом общем виде представим на рис. 1. На вход поступают требования на получение информации по соответствующим объектам

с частотой λ . Поступившее требование переводит ЦП в состояние «занято» и инициирует получение информации с MD с интенсивностью μ_d . Затем, ЦП переходит через состояние «свободен» в состояние «занято» для начала передачи информации в К с интенсивностью μ_k . Введем допущение, что входной поток требований простейший. Представим пункт управления в виде системы, которая может находиться в следующих состояниях:

- S_1 – система свободна;
- S_2 – система занята, идет считывание информации с MD;
- S_3 – система занята, идет передача информации в К.

На рис. 2 изобразим граф состояний системы. Запишем уравнения Колмогорова для установившегося режима:

$$\mu_k P_3 + \mu_d P_2 - 2\lambda P_1 = 0;$$

$$\lambda P_1 - \mu_k P_3 = 0;$$

$$\lambda P_1 - \mu_d P_2 = 0,$$

где P_1, P_2, P_3 – вероятности нахождения системы в соответствующих состояниях. Так как в любой момент времени система находится в одном из трех возможных состояниях, то

$$P_1 + P_2 + P_3 = 1.$$

После ряда алгебраических преобразований определим вероятность

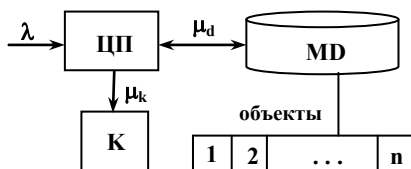


Рис. 1. Схема пункта АИС

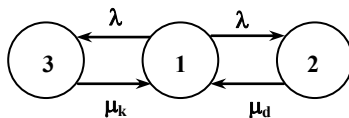


Рис. 2. Граф состояний

нахождения системы в свободном состоянии как

$$P_1 = 1 - \frac{\lambda(\mu_d + \mu_k)}{\mu_d\mu_k + \lambda(\mu_d + \mu_k)}. \quad (1)$$

Опишем процесс получения требуемой информации в пункте АИС следующим образом. Пусть на вход пункта управления поступило требование. С учетом вычисленной вероятности P_1 (1) методом жребия устанавливается факт нахождения системы в свободном состоянии. Если система свободна, то считаем, что информация поступает в канал без задержки. В противном случае определяем величину времени задержки обслуживания требования.

Представим рассматриваемую систему в виде двухфазной одноканальной СМО (рис. 3). Сделаем допущение, что требования, поступающие на

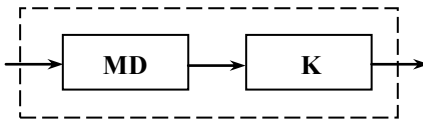


Рис. 3. Схема СМО

вход первого узла обслуживания (MD), генерируются источником бесконечно большой емкости и распределены по закону Пуассона, со средним значением интенсивности λ . Требования, обслуженные первым узлом, поступают

на вход второго узла (K). Распределения продолжительностей обслуживания первого и второго узлов являются экспоненциальными и характеризуются параметрами μ_d , μ_k соответственно. На длину очереди ограничения не накладываются. Тогда, согласно [4], каждый узел обслуживания можно представить независимо как модель СМО типа М/М/1 с неограниченной очередью. Исходя из этого, общее время нахождения требования в очереди на обслуживание определим как

$$T_o = T_{MD} + T_K,$$

где T_{MD} – время нахождения в очереди узла MD; T_K – время нахождения в очереди узла K. Но, в свою очередь:

$$T_{MD} = \frac{\rho_{MD}^2}{\lambda(1-\rho_{MD})}; \quad \rho_{MD} = \lambda/\mu_{MD}; \quad T_K = \frac{\rho_K^2}{\lambda(1-\rho_K)}; \quad \rho_K = \lambda/\mu_K.$$

Таким образом, в ходе работы модели при установлении факта занятости узла АИС общее время получения необходимой информации по требованию увеличивается на время T_o .

После поступления информации в канал связи устанавливается методом жребия факт правильной ее передачи. Для этого в качестве исходных данных используется P_n – вероятность правильной передачи. При сбое в канале запрос повторяется, при этом общее время получения ин-

формации увеличивается на время обслуживания в узле. Если при передаче информации сбой отсутствует, то общее время выполнения запроса увеличивается на величину

$$T_k = Q_o / V_k,$$

где Q_o – объем информации по объекту, бит; V_k – скорость передачи в канале связи, бит/с.

Для АИС специального назначения возможна ситуация, когда на ее функционирование оказывается внешнее воздействие. В этом случае резко ухудшается работа канала связи и тем самым увеличивается время обработки поступающих сообщений. Можно считать, что для пункта управления характеристика канала связи P_{Π} становится случайной. Природа данной случайности носит неопределенный характер. Применим стандартный подход и положим, что данная случайность имеет равномерный закон распределения. Тогда, получив методом жребия значение некоторой случайной величины ζ , представим характеристику канала связи как

$$P_{\Pi}^* = P_{\Pi} \zeta.$$

Выводы. После выполнения заданного числа реализаций появляется возможность определить оценку МОЖ времени получения информации по некоторому объекту на исполнительном пункте управления. Данная оценка может служить количественным показателем, отражающим эффективность выбранной стратегии интеграции информации в распределенной БД с учетом технических характеристик аппаратуры пунктов управления и каналов связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
2. Неруш Ю.М. Логистика. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 389 с.
3. Королёв А.В., Кучук Г.А., Пашнев А.А. Адаптивная маршрутизация в корпоративных сетях. – Х.: ХВУ, 2003. – 224 с.
4. Олійник В.Ф. Основи теорії зв'язку. – К.: Техніка, 2000. – 150 с.
5. Современные высокоскоростные цифровые ТС. Ч. 2. Основы технологии АТМ / В.Н. Гордиенко, С.Н. Ксенофонтов и др. – М.: МТУСИ, 1998. – 65 с.
6. Конолли Т., Бегг К., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.

Поступила 22.12.2003

ЗВИГЛЯНИЧ Сергей Николаевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник НИО научного центра при ХВУ. В 1983 году окончил ВА им. Дзержинского. Область научных интересов – математическое моделирование сложных информационных систем.

КАЗАКОВ Александр Александрович, военнослужащий. В 2002 году окончил ХВУ.

Область научных интересов – моделирование сложных систем специального назначения.